



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0029753
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 05월 12일
Date of Application MAY 12, 2003

출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

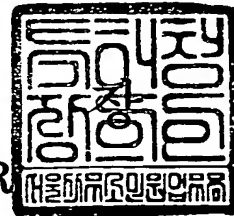


2004 년 02 월 27 일

44

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.08.09
【제출인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2003-0029753
【출원일자】	2003.05.12
【심사청구일자】	2003.05.12
【발명의 명칭】	정규 분포의 광을 갖는 조명계, 프로젝션 시스템 및 칼라화상 형성방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-2003-0167068-16
【접수일자】	2003.05.12
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상항목】	우선권주장
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【우선권주장】	
【출원국명】	US
【출원종류】	특허

【출원번호】	60/455,854
【출원일자】	2003.03.20
【증명서류】	미첨부
【취지】	특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규 정에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【기타 수수료】	원
【합계】	0 원

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0013
【제출일자】	2003.05.12
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	정규 분포의 광을 갖는 조명계, 프로젝션 시스템 및 칼라화상 형성방법
【발명의 영문명칭】	Illumination system having gaussian distribution light, projection system and method for forming color image
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조건호
【성명의 영문표기】	CHO, Kun Ho
【주민등록번호】	621024-1149520
【우편번호】	441-390
【주소】	경기도 수원시 권선구 권선동 두산동아아파트 103동 106호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김대식
【성명의 영문표기】	KIM, Dae Sik
【주민등록번호】	660623-1448813

【우편번호】 442-470
【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 973-3 우성아파트 824동 706호
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 김성하
【성명의 영문표기】 KIM,Sung Ha
【주민등록번호】 690205-1770124
【우편번호】 442-370
【주소】 경기도 수원시 팔달구 매탄동 152-42
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 이희중
【성명의 영문표기】 LEE,Hee Joong
【주민등록번호】 690520-1495711
【우편번호】 431-719
【주소】 경기도 안양시 동안구 달안동 샛별한양아파트 605동 1105호
【국적】 KR
【우선권주장】
【출원국명】 US
【출원종류】 특허
【출원번호】 00/000,000
【출원일자】 2003.03.20
【증명서류】 미첨부
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인
이영필 (인) 대리인
이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 13 면 13,000 원
【우선권주장료】 1 건 26,000 원
【심사청구료】 0 항 0 원
【합계】 68,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통 2.우선권증명서류 및 동 번역문_1통

【요약서】**【요약】**

정규 분포의 광을 갖는 조명계, 프로젝션 시스템 및 칼라화상 형성방법이 개시되어 있다.

이 개시된 조명계는, 광원; 상기 광원에서 조사된 광을 실린드릭 렌즈셀 별로 다수개의 빔으로 나누는 제1실린드릭 렌즈어레이; 상기 제1실린드릭 렌즈어레이에 의해 나누어진 빔을 소정의 한 방향으로 섞어주는 제2실린드릭 렌즈어레이; 상기 제2실린드릭 렌즈어레이를 통과한 광의 대부분을 소정 영역에 중첩시켜 정규분포를 갖도록 하는 릴레이렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 구성에 의해 입사광의 발산각 또는 에텐듀를 조절하기 위한 슬릿을 통과하는 광이 칼라 분리방향(또는 칼라 스크롤링 방향)으로 정규 분포를 갖도록 함으로써 광효율을 개선할 수 있다

【대표도】

도 4

【명세서】**【발명의 명칭】**

정규 분포의 광을 갖는 조명계, 프로젝션 시스템 및 칼라화상 형성방법{Illumination system having gaussian distribution light, projection system and method for forming color image}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 프로젝션 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 종래의 프로젝션 시스템에서의 칼라 스크롤링 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 스크롤링 방법에 의해 칼라 화상을 형성하는 프로젝션 시스템에 채용되는 라이트밸브에 칼라바들이 형성되어 있는 상태를 나타낸 것이다.

도 3c는 종래의 프로젝션 시스템에 채용되는 라이트밸브에 형성된 칼라바와 라이트밸브에 맺히는 각 칼라광의 칼라분리방향에 대한 광세기 분포를 나타낸 것이다.

도 3d는 종래의 프로젝션 시스템에 채용되는 슬릿에 입사되는 광의 분포와, 슬릿에 의해 제거되는 광부분을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 정규분포의 광을 갖는 조명계의 사시도이다.

도 5a는 도 4의 정면도이다.

도 5b는 도 4의 평면도이다.

도 6은 본 발의 바람직한 실시예에 따른 정규분포의 광을 갖는 조명계에 편광변환기를 채용한 예를 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명에 따른 정규분포의 광을 갖는 조명계를 채용한 프로젝션 시스템을 나타낸 것이다.

도 8a는 본 발명에 따른 프로젝션 시스템에 채용되는 슬릿에 입사되는 광의 분포를 나타낸 것이다.

도 8b는 본 발명에 따른 프로젝션 시스템에 채용되는 슬릿에 입사되는 광의 분포, 종래의 프로젝션 시스템에 채용되는 슬릿에 입사되는 광의 분포 및 각각의 슬릿에 의해 제거되는 광량을 비교하여 나타낸 것이다.

도 8c는 본 발명에 따른 칼라화상 형성방법을 설명하기 위한 도면이다.

<도면 중 주요 부분에 대한 부호의 설명>

70...광원,	71,74...실린더렌즈
72,73...실린드리컬 렌즈어레이,	72a,73a...실린드리컬 렌즈셀
75...릴레이렌즈,	77...편광변환기
80,130...라이트밸브,	85...조명계
109,112,122,139...다이크로익필터,	113,134,143...슬릿
114,135,142...프리즘,	127...빔스프리터
L ₁ ,L ₂ ,L ₃ ...광경로	

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <22> 본 발명은 스크롤링 방법에 의해 칼라 화상을 형성하기 위한 조명계, 프로젝션 시스템 및 칼라화상 형성방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 칼라 스크롤링 방향으로 정규 분포를 갖는 광이 슬릿에 입사되도록 하여 광효율을 개선한 조명계, 이를 채용한 프로젝션 시스템 및 칼라화상 형성방법에 관한 것이다.
- <23> 프로젝션 시스템은 고출력 램프 광원으로부터 출사된 광을 화소단위로 on-off 제어하여 화상을 형성하는 라이트 밸브의 개수에 따라 3판식과 단판식으로 나뉜다. 단판식 프로젝션 시스템은 3판식에 비해 광학계 구조를 작게 할 수 있으나, 백색광을 시퀀셜 방법으로 R,G,B 칼라로 분리하여 사용하므로 3판식에 비해 광효율이 1/3로 떨어지는 문제점이 있다. 따라서, 단판식 프로젝션 시스템의 경우에는 광효율을 증가시키기 위한 노력이 진행되어 왔다.
- <24> 일반적인 단판식 프로젝션 광학계의 경우 백색 광원으로부터 조사된 광을 칼라필터를 이용하여 R,G,B 삼색광으로 분리하고, 각 칼라광을 순차적으로 라이트밸브로 보낸다. 그리고, 이 칼라 순서에 맞게 라이트밸브를 동작시켜 영상을 구현하게 된다. 이와 같이 단판식 광학계는 칼라를 시퀀셜하게 이용하기 때문에 광효율이 3판식에 비해 1/3로 떨어지게 된다. 따라서, 단판식 프로젝션 시스템의 경우에는 광효율을 증가시키기 위한 노력이 진행되어 왔으며, 이러한 방법 중에 하나로 스크롤링 방법이 제안되었다. 칼라 스크롤링 방법은 백색광을 R,G,B 삼색광으로 분리하고 이를 동시에 라이트밸브의 서로 다른 위치로 보내 준다. 그리고, 한 화소당

R,G,B 칼라가 모두 도달해야만 칼라 영상 구현이 가능하므로 특정한 방법으로 각 칼라바들을 주기적으로 순환시킨다.

<25> 종래의 단판식 스크롤링 프로젝션 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 광원(100)에서 조사된 백색광이 제1 및 제2 렌즈 어레이(102)(104)와 편광변환기(105)를 경유하여 제1 내지 제4 다이크로익 필터(109)(112)(139)(141)에 의해 R,G,B 삼색광으로 분리된다. 먼저, 상기 제1다이크로익 필터(109)에 의해 예를 들어 적색광(R)과 녹색광(G)은 투과되어 제1광경로(L_1)로 진행되고, 청색광(B)은 반사되어 제2광경로(L_2)로 진행된다, 그리고, 상기 제1광경로(L_1)로 진행되는 적색광(R)과 녹색광(G)은 상기 제2 다이크로익필터(112)에 의해 분리된다. 상기 제2 다이크로익필터(112)에 의해 적색광(R)은 투과되어 계속 제1광경로(L_1)로 직진하고, 녹색광(G)은 반사되어 제3광경로(L_3)로 진행된다.

<26> 상기 제1 내지 제 3 광경로(L_1)(L_2)(L_3)상에는 각각 회전 가능한 프리즘(114)(135)(142)이 배치되어 있다. 상기 광원(100)에서 조사된 광이 적색광(R), 녹색광(G), 청색광(B)으로 분리되어 각각에 대응되는 회전가능한 제1 내지 제3 프리즘(114)(135)(142)을 통과하면서 스크롤링된다. 상기 제1 내지 제3 프리즘(114)(135)(142)이 각각 균일한 속도로 회전됨에 따라 R,G,B 삼색의 칼라바가 스크롤링된다. 상기 제2 및 제3광경로(L_2)(L_3)를 따라 각각 진행되던 청색광과 녹색광이 제3 다이크로익필터(139)에 의해 반사 및 투과되어 합성되고, 최종적으로 상기 제4 다이크로익필터(141)에 의해 R,G,B 삼색광이 합성되어 편광빔스프리터(127)에 의해 라이트 밸브(130)로 보내지고, 상기 라이트 밸브(130)에 의해 칼라 화상이 형성된다.

<27> 상기 편광변환기(105) 다음에는 집속렌즈(107)가 구비되고, 상기 제1 내지 제3 광경로(L_1)(L_2)(L_3)상에는 광경로 보정을 위한 렌즈들(110)(117)(131)(137)(145)이 구비된다.

또한, 제1다이크로익 필터(112)와 제4 다이크로익 필터(141) 사이 및 제3다이크로익 필터(139)와 제4다이크로익 필터(141) 사이에는 각각 집속렌즈(120)(140)가 배치되고, 상기 제4다이크로익 필터(141)와 편광빔스프리터(127) 사이의 광경로상에는 집속렌즈(124)와 편광기(125)가 배치된다. 상기 제1광경로(L1)와 제3광경로(L3) 상에는 각 경로로 진행되는 광의 경로를 변환시키기 위한 광경로변환기, 예를 들어 반사미러(118)(133)가 더 구비된다.

<28> 한편, 상기 제1 내지 제 3프리즘(114)(135)(142)의 회전에 의해 R,G,B 칼라바가 스크롤링되는 과정이 도 2에 도시되어 있다. 이는 각 칼라에 대응되는 제1 내지 제 3프리즘(114)(135)(142)을 동기를 맞추어 회전시킬 때 상기 라이트 밸브(130)면에 형성된 칼라바가 주기적으로 순환되는 것을 나타낸 것이다. 이와 같이 R,G,B 칼라바가 한번 순환했을 때 한 프레임의 칼라 화상이 형성된다.

<29> 상기 라이트 밸브(130)에서 각 화소에 대한 화상 신호를 처리하여 칼라 화상을 형성하고 이 화상이 투사렌즈유닛(미도시)을 거쳐 확대되어 스크린에 맺힌다.

<30> 한편, 상기 제1, 제2 및 제3 프리즘(114)(135)(142)의 앞에 각각 제1, 제2 및 제3 슬릿(113)(134)(143)이 구비되어 입사광의 발산각 또는 에텐듀를 조절하도록 되어 있다. 에텐듀란 임의의 광학계에서의 광학적 보존량을 나타낸다. 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)의 폭에 따라 칼라바의 폭이 좁아져 도 3a에 도시된 바와 같이 각 칼라바 사이에 블랙바(K)가 형성될 수도 있고, 칼라바의 폭이 넓어져 도 3b에 도시된 바와 같이 각 칼라바가 중첩되는 부분(P)이 생길 수도 있다.

<31> 도 3c에 상기 라이트밸브(130)에 형성된 칼라바들과, 라이트밸브(130)에 입사되는 칼라별 광세기 분포가 칼라 분리방향에 대해 도시되어 있다. 상기 광원(100)에서 출사된 광은 정규분포를 가지는데, 상기 제1 및 제2 렌즈어레이(102)(104)를 경유한 광은 광축에 대해 수직한

평면에서의 가로 방향과 세로 방향으로 균일하게 혼합되어 스퀘어(square) 분포를 갖게 된다. 이와 같이 스퀘어 분포를 갖는 광이 상기 제1 내지 제3 광경로(L_1)(L_2)(L_3)를 따라 진행하고, 각 경로로 진행하는 칼라광은 각각 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)을 통과하게 된다. 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)은 광학계의 수용각 이상으로 발산하는 광을 제거함으로써 칼라바 사이의 경계가 명확하게 분리되도록 하는 역할을 한다.

<32> 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)에 입사되는 광의 분포상태와 상기슬릿(113)(134)(143)들에 의해 제거되는 광(D)을 도 3d에 도시하였다. 여기서, 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)에 입사되는 광이 스퀘어 분포를 갖기 때문에 슬릿들에 의해 제거되는 양쪽 경계부분에서의 광(D)의 양이 많다. 이와 같이 스퀘어 분포를 갖는 광의 발산각도 또는 에텐듀를 조절할 때, 상기 슬릿(113)(134)(143)을 이용하여 각 칼라바의 폭을 조절할 수 있으나 슬릿에 의해 제거되는 광량이 많기 때문에 광효율 측면에서 매우 불리한 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<33> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 정규 분포를 갖는 광이 슬릿을 통과하도록 하여 광효율을 향상시킨 조명계, 이를 채용한 프로젝션 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

<34> 또한, 정규 분포를 갖는 광이 슬릿을 통과하도록 하여 라이트벨브에 형성되는 칼라바의 폭을 조절하고, 이 칼라바의 스크롤링에 의해 고효율로 칼라화상을 형성하는 방법을 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <35> 상기한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명에 따른 조명계는, 광원; 상기 광원에서 조사된 광을 실린드릭 렌즈셀 별로 다수개의 빔으로 나누는 제1실린드릭 렌즈어레이; 상기 제1실린드릭 렌즈어레이에 의해 나누어진 빔을 소정의 한 방향으로 섞어주는 제2실린드릭 렌즈어레이; 상기 제2실린드릭 렌즈어레이를 통과한 광의 대부분을 소정 영역에 중첩시켜 정규분포를 갖도록 하는 릴레이렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <36> 또한, 상기 조명계는, 상기 광원에서 출사된 광을 집속시키는 제1실린더 렌즈; 상기 제1실린드릭 렌즈어레이와 제2실린드릭 렌즈어레이 사이 또는 제2실린드릭 렌즈어레이 다음에 배치되어, 입사광을 평행광으로 만들어주는 제2실린더 렌즈;를 포함한다.
- <37> 상기 제1 및 제2 실린드릭 렌즈어레이는 실린드릭 렌즈셀들이 상기 제1 및 제2 실린더렌즈의 두께 방향에 대해 직교하는 방향으로 배열된다.
- <38> 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 프로젝션 시스템은, 조명계에서 출사된 광이 칼라분리기에 의해 다수개의 칼라광으로 분리되고, 이 분리된 칼라광들을 스크롤링 유닛에 의해 스크롤링하여 라이트벨브에서 칼라화상을 형성하는 프로젝션 시스템으로서,
- <39> 상기 조명계는,
- <40> 광원; 상기 광원에서 조사된 광을 실린드릭 렌즈셀 별로 다수개의 빔으로 나누는 제1실린드릭 렌즈어레이; 상기 제1실린드릭 렌즈어레이에 의해 나누어진 빔을 소정의 한 방향으로 섞어주는 제2실린드릭 렌즈어레이; 상기 제2실린드릭 렌즈어레이를 통과한 광의 대부분을 소정 영역에 중첩시켜 정규분포를 갖도록 하는 릴레이렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <41> 상기 칼라분리기는, 상기 조명계에서 출사된 광 중 제1칼라광을 반사시키고, 나머지 칼라광은 투과시키는 제1다이크로익 필터; 상기 제1다이크로익 필터를 투과한 광 중 제2칼라광을 반사시키고 제3칼라광은 투과시키는 제2다이크로익 필터;를 포함한다.
- <42> 상기 칼라 스크롤링 유닛은, 상기 다수개의 칼라광이 지나가는 경로상에 각각 회전가능하게 배치된 프리즘을 포함한다.
- <43> 상기 다수개의 칼라광의 진행 경로상에 각 칼라광의 발산각을 조절하기 위한 슬릿이 구비된다.
- <44> 상기 제1실린더 렌즈와 릴레이 렌즈 사이의 광경로상에 입사광을 어느 한 편광방향을 가지도록 편광방향을 변환시키는 편광변환기를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- <45> 상기 목적을 달성하기 위하여, 광원에서 출사된 광이 칼라분리기에 의해 다수개의 칼라광으로 분리되고, 이 분리된 칼라광을 스크롤링 유닛에 의해 스크롤링하여 라이트벨브에서 칼라화상을 형성하는 방법에 있어서,
- <46> 상기 광원에서 출사된 광을 칼라 분리 방향에 대해 직각인 방향으로 혼합하고, 칼라 분리 방향에 대해서는 대부분의 광을 소정 영역에 중첩시켜 칼라 분리 방향에 대해 정규분포를 가지도록 하는 단계; 상기 정규분포를 갖는 광의 발산각을 슬릿을 이용하여 조절하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <47> 상기 정규분포를 가지도록 하는 단계는, 상기 광원에서 출사된 광을, 실린드리컬 렌즈셀들이 칼라 분리방향에 대해 평행하게 배열된 제1실린드리컬 렌즈어레이에 의해 렌즈셀 별로 다수개의 빔으로 나누는 단계; 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이에 의해 나누어진 빔을 제2실린드리컬 렌즈어레이에 의해 혼합하는 단계; 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이를 통과한 광의 대부분

을 릴레이렌즈를 이용하여 소정 영역에 중첩시켜 칼라분리방향으로 정규분포를 갖도록 하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<48> 상기 칼라화상 형성방법은, 상기 광원에서 출사된 광을 제1실린더 렌즈에 의해 제1실린드리컬 렌즈어레이에 집속시키는 단계; 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이를 통과한 광을 제2실린더 렌즈에 의해 평행광으로 만들어주는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<49> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 조명계, 이를 채용한 프로젝션 시스템 및 칼라화상 형성방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<50> 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 조명계는 도 4를 참조하면, 광을 조사하는 광원(70), 다수개의 실린드리컬 렌즈셀(72a)이 나란하게 배열된 제1실린드리컬 렌즈어레이(72), 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)와 소정 간격 분리되어 배치되고, 다수개의 실린드리컬 렌즈셀(73c)이 나란하게 배열된 제2실린드리컬 렌즈어레이(73)를 포함한다. 상기 제1 및 제2 실린드리컬 렌즈어레이(72)(73)는 렌즈셀(72a)(73a)들이 같은 방향으로 나란하게 배열되어 형성된다.

<51> 상기 광원(70)과 제1실린드리컬 렌즈어레이(72) 사이에는 제1실린더렌즈(71)가 구비되고, 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)와 제2실린드리컬 렌즈어레이(73) 사이 또는 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73) 다음에 제2실린더렌즈(74)가 구비된다. 도 4에서는 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73) 다음에 제2실린더렌즈(74)가 배치된 예를 도시하였다. 또한, 상기 제2실린더렌즈(74)를 통과한 광을 소정 영역에 중첩되어 맺히도록 하는 릴레이렌즈(75)를 구비한다.

<52> 상기와 같이 구성된 조명계에 의한 광의 분포 상태를 도 4의 정면도(x-z 평면)와 평면도(x-y 평면)로 나누어 설명하기로 한다.

- <53> 도 5a를 참조하면, 상기 광원(70)에서 조사된 광이 상기 제1실린더렌즈(71)를 통과할 때 x-z 평면상에서는 그대로 전달되고, 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)를 통과할 때 실린드리컬 렌즈셀(72a) 별로 다수개의 빔으로 나누어진다. 그리고, 이 분리된 빔들은 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73)에 의해 실린드리컬 렌즈셀(73a)들의 배열방향(z방향)으로 혼합된다. 그리고, 이 혼합된 광은 상기 제2실린더렌즈(74)와 상기 릴레이렌즈(75)를 통과하여 z 방향에 대해 스퀘어 분포를 갖는다.
- <54> 도 5b를 참조하면, 상기 광원(70)으로부터 조사된 광이 상기 제1실린더렌즈(71)에 의해 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)에 집속되고, 이 집속된 광이 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)를 통과하면서 발산된다. 그리고, 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73)와 제2실린더렌즈(74)를 통과한 광은 평행광으로 바뀌고, 이 평행광은 상기 릴레이렌즈(75)에 의해 대부분의 광이 중앙부분에 중첩되어 맷히어 정규분포를 갖는다.
- <55> 상기 제1 및 제2 실린드리컬 렌즈어레이(72)(73)는 실린드리컬 렌즈셀(72a)(73a)들이 상기 제1 및 제2 실린더렌즈(71)(74)의 두께 방향(x 방향)에 대해 직교하는 방향(z 방향)으로 배열되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 실린드리컬 렌즈셀(72a)(73a)들은 후술할 칼라 분리 방향에 대해 직각인 방향으로 배열되는 것이 바람직하다,
- <56> 상기와 같이 구성된 조명계를 채용한 프로젝션 시스템에서 칼라 스크롤링에 의해 칼라 화상을 형성할 때, 라이트밸브(80)에 맷히는 칼라바의 스크롤링 방향(또는 칼라 분리 방향)으로 정규분포를 갖는 것이 바람직하다. 칼라바의 스크롤링 방향 또는 칼라 분리 방향에 대해서는 후술하기로 한다. 한편, 도 5a에 도시된 바와 같이 칼라바의 길이방향(z 방향)으로는 스퀘어분포를 가져도 무방하다.

<57> 본 발명에 따른 조명계는 일방향으로 편광된 광을 이용하기 위해서 도 6에 도시된 바와 같이 광원(70)에서 출사된 광을 어느 한 방향으로 편광된 광으로 바꾸어주는 편광변환기(77)를 더 구비할 수 있다. 상기 편광변환기(77)는 상기 광원(70)과 릴레이렌즈(75) 사이의 광경로상에 배치될 수 있으며, 바람직하게는 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73)와 제2실린더렌즈(74) 사이에 배치될 수 있다. 상기 편광변환기(77)는 예를 들어 편광빔스프리티어레이와 1/2파장판을 포함하여 구성될 수 있으며, 상기 광원(70)에서 출사된 광을 어느 한 방향으로 편광된 광, 예를 들어 P편광 또는 S편광으로 변환시켜 준다. 이 편광변환기(77)의 구성 및 작용에 대해서는 이미 널리 알려져 있으므로 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이와 같이 편광된 광을 조사하는 조명계를 채용한 프로젝션 시스템에서는 라이트밸브(80)로서 LCD나 LCOS를 이용할 수 있다.

<58> 다음, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 프로젝션 시스템은 상술한 조명계를 포함하여 정규분포를 갖는 광이 에텐듀 또는 입사광의 발산각을 조절하기 위한 슬릿에 입사되도록 한다.

<59> 도 7을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 프로젝션 시스템은, 소정 방향으로 정규 분포를 갖는 광을 출사하는 조명계(85)와, 이 조명계(85)로부터 출사된 광을 칼라에 따라 분리하는 칼라분리기와, 이 칼라분리기에 의해 분리된 칼라광들을 스크롤링시키는 스크롤링 유닛과, 상기 칼라분리기와 스크롤링 유닛을 통과한 광을 입력된 화상신호에 따라 처리하여 칼라 화상을 형성하는 라이트밸브(80)를 포함한다.

<60> 상기 조명계(85)는 광원(70)과, 이 광원(70)으로부터 조사된 광을 정규분포를 갖는 광으로 만들기 위한 제1 및 제2 실린드리컬 렌즈어레이(72)(73) 및 릴레이렌즈(75)를 포함한다. 상기 광원(70)과 제1실린드리컬 렌즈어레이(72) 사이의 광경로상에는 제1실린더렌즈(71)가 배치

되고, 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)와 제2실린드리컬 렌즈어레이(73) 사이 또는 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73)와 릴레이렌즈(75) 사이의 광경로상에 제2실린더렌즈(74)가 배치될 수 있다. 또한, 편광된 광을 이용하기 위해 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73)와 제2실린더렌즈(74) 사이에 편광변환기(77)가 더 배치될 수 있다.

<61> 상기 조명계(85)의 작용효과에 대해서는 앞서 설명한 바와 같으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략한다. 상기 조명계(85)에 의해 칼라분리방향 또는 칼라바 스크롤링 방향으로 정규 분포를 갖는 광이 제공된다.

<62> 상기 조명계(85)에 의해 조사된 광을 칼라에 따라 분리시키는 칼라분리기는 소정 칼라 광을 반사시키고 나머지 칼라광을 투과시키는 다수개의 다이크로익 필터를 포함한다. 상기 칼라분리기는 상기 조명계(85)에서 조사된 광 중 예를 들어, 제1칼라광은 반사시키고, 나머지 칼라광은 투과시키는 제1다이크로익 필터(109), 상기 제1다이크로익 필터(109)를 통과한 광 중 제2칼라광은 반사시키고, 제3칼라광은 투과시키는 제2다이크로익 필터(112)를 포함한다.

<63> 상기 스크롤링 유닛은 상기 제1칼라광이 진행되는 광경로를 제1광경로(L_1), 제2칼라광이 진행되는 광경로를 제2광경로(L_2), 제3칼라광이 진행되는 광경로를 제3광경로(L_3)라고 할 때, 상기 제1 내지 제3 광경로(L_1)(L_2)(L_3)상에 회전가능하게 배치된 제1프리즘(114), 제2프리즘(135) 및 제3 프리즘(142)을 포함한다.

<64> 상기 제1 및 제2 다이크로익 필터(109)(112)에 의해 분리된 칼라광들은 상기 라이트밸브(80)에 맺히고, 상기 라이트밸브(80)에 입력된 화상신호에 따라 처리되어 칼라화상이 형성된다. 상기 제1 및 제2 다이크로익 필터(109)(112)에 의해 분리되어 서로 다른 경로로 진행되는 제1 내지 제3 칼라광을 상기 라이트밸브(80)로 향하도록 하기 위한 적어도 하나의 광경로변환기가 구비된다.

<65> 상기 적어도 하나의 광경로변환기는 제1광경로(L1)를 진행하는 제1칼라광을 반사시키는 제1반사미러(118)와, 제2광경로(L2)를 진행하는 제2칼라광을 반사시키는 제2반사미러(133)를 포함할 수 있다. 또한, 상기 제2광경로(L2)로 진행하는 제2칼라광을 투과시키고, 상기 제3광경로(L3)를 진행하는 제3칼라광을 반사시키는 제3다이크로익 필터(139)와, 상기 제1 내지 제3 칼라광을 선택적으로 투과 및 반사시켜 어느 한 방향으로 향하게 하는 제4다이크로익 필터(141)가 더 구비될 수 있다.

<66> 상기 제1 내지 제3 광경로(L1)(L2)(L3) 상에는 광경로차를 보정하기 위한 렌즈들(110)(117)(131)(137)(145)이 구비되고, 상기 제1반사미러(118)와 제4다이크로익 필터(141) 사이 및 제3다이크로익 필터(139)와 제4다이크로익 필터(141) 사이에 각각 제1집속렌즈(120)와 제2집속렌즈(140)가 배치된다. 또한, 상기 제4다이크로익 필터(141)에 의해 합성된 제1 내지 제3 칼라광들을 편광방향에 따라 반사 또는 투과시켜 라이트밸브(80)로 보내기 위한 편광빔스프리터(127)가 구비되고, 상기 편광빔스프리터(127)와 제4다이크로익 필터(141) 사이의 광경로 상에는 제3집속렌즈(124)와 편광기(125)가 구비된다. 상기 편광빔스프리터(127)는 와이어그리드 편광빔스프리터로 대체될 수 있다.

<67> 한편, 상기 제1프리즘(114) 앞에 제1슬릿(113)이, 제2프리즘(135) 앞에 제2슬릿(134)이, 제3프리즘(142) 앞에 제3슬릿(143)이 각각 배치된다. 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)은 제1 내지 제3 칼라광의 발산각 또는 에텐듀를 조절하기 위한 것으로, 광이 상기 제1 및 제2 다이크로익 필터(109)(112)에 의해 칼라별로 분리되는 방향으로 슬릿이 형성되고, 그 방향으로 슬릿폭이 조절되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 조명계(85)에 의해 정규분포를 갖는 광이 도 8a에 도시된 바와 같이 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)에 입사되도록 한다. 도면에서

정규분포를 갖는 광이 상기 슬릿(113)(134)(143)을 통과할 때 제거되는 경계부분을 E로 표시하였다.

<68> 도 8b는 정규분포(G)를 갖는 광과 스퀘어분포(H)를 갖는 광이 슬릿(113)(134)(143)을 통과할 때, 슬릿에 의해 제거되는 부분(헤칭된 부분)을 비교하여 나타낸 것이다. 스퀘어분포(H)를 갖는 광이 정규분포(G)를 갖는 광에 비해 상대적으로 많은 양의 광이 제거된다. 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)의 폭(w)에 의해 상기 라이트밸브(80)에 맺히는 칼라바의 폭이 결정된다.

<69> 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)을 통과한 광이 각각 라이트밸브(80)의 서로 다른 영역에 맺혀 칼라바를 형성한다. 라이트밸브(80)에 형성된 칼라바와, 칼라 분리 방향에 대한 각 칼라바의 광세기 분포가 도 8c에 도시되어 있다. 상기 라이트밸브(80)에 형성된 칼라바들은 각각 칼라 분리 방향(또는 칼라 스크롤링 방향)으로 정규분포를 가지며, 칼라바의 길이방향으로 스퀘어분포를 갖는다. 칼라분리방향으로 정규분포를 갖는 광이 각 슬릿(113)(134)(143)을 통과하도록 함으로써 상기 라이트밸브(80)에 맺히는 광의 효율을 높일 수 있다.

<70> 다음, 본 발명에 따른 칼라화상 형성방법은 광원(70)으로부터 조사된 광을 소정 방향에 대해 정규분포를 갖는 광으로 만드는 단계와, 정규분포를 갖는 광을 다수개의 칼라광으로 분리하는 단계 및 이 칼라광들을 각각 슬릿을 통해 통과시켜 각 칼라광들의 발산각 또는 에텐듀를 조절하는 단계를 포함한다. 상기 광원(70)에서 출사된 광을 정규분포를 갖도록 하기 위해, 상기 광원(70)에서 출사된 광을 칼라 분리 방향에 대해 직각인 방향으로 혼합하고, 칼라 분리 방향에 대해서는 대부분의 광을 소정 영역에 중첩시켜 칼라 분리 방향에 대해 정규분포를 가지도록 한다.

- <71> 구체적으로, 상기 광원(70)으로부터 조사된 광을 제1실린더렌즈(71)에 의해 어느 한 방향으로 집속시키고, 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)에 의해 각 렌즈셀(72a)별로 다수개의 빔으로 나눈다. 그리고, 상기 다수개의 빔들을 제2실린드리컬 렌즈어레이(73)에 의해 어느 한 방향으로 섞은 다음, 릴레이렌즈(74)에 의해 광의 대부분이 중앙부로 집속되도록 함으로써 정규분포를 갖도록 한다. 이때, 칼라 분리방향에 대해 정규분포를 갖도록 하는 것이 바람직하다.
- <72> 도 5a에 도시된 바와 같이 상기 제1 및 제2실린드리컬 렌즈어레이(72)(73)는 렌즈셀(72a)(73a)들이 같은 방향으로 나란하게 배열된다. 상기 렌즈셀(72a)(73a)들이 배열된 방향(z 방향)으로 입사광이 혼합되어, z 방향으로 스캐어분포를 갖는다. 한편, 입사광이 렌즈셀(72a)(73a)의 길이방향(y 방향)으로는 혼합되지 않고, 제2실린더렌즈(74)와 릴레이렌즈(75)에 의해 대부분의 광이 중앙부분에 집속되어 정규분포를 갖도록 한다. 상기 렌즈셀(72a)(73a)의 길이방향(y 방향)은 칼라 분리 방향과 같도록 하는 것이 바람직하다.
- <73> 또한, 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)와 제2실린드리컬 렌즈어레이(73) 사이 또는 상기 제2실린드리컬 렌즈어레이(73) 다음에 제2실린더 렌즈(74)가 배치되어 상기 제1실린드리컬 렌즈어레이(72)에 의해 발산되는 광을 평행광으로 만드는 것이 바람직하다.
- <74> 상술한 바와 같이 칼라분리방향 또는 칼라 스크롤링 방향으로 정규분포를 갖는 광이 칼라분리기에 의해 복수개의 칼라광으로 분리되고, 상기 복수개의 칼라광이 진행하는 광경로상에 배치된 제1 내지 제 3 슬릿(113)(134)(143)에 의해 각 칼라광의 발산각 또는 에텐듀가 조절된다. 여기서, 상기 제1 내지 제3 슬릿(113)(134)(143)에 입사되는 광은 정규분포를 가지기 때문에 각 슬릿에 의해 제거되는 광의 양이 적다. 상기 슬릿(113)(134)(143)의 폭 방향은 칼라 분리 방향이고, 슬릿의 폭이 조절가능한 것이 바람직하다. 상기 슬릿(113)(134)(143)의 폭에 따라 라이트벨브(80)에 형성되는 칼라바의 폭이 조절된다.

<75> 상기 슬릿(113)(134)(143)들에 의해 제거되는 광량이 적기 때문에 본 발명에 따른 방법에 의해 칼라 화상을 형성하면 광효율이 높다.

<76> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 조명계 및 칼라 화상 형성 방법은 칼라 분리방향으로 정규분포를 갖는 광을 상기 제1 내지 제3 슬릿(114)(134)(143)에 입사시킴으로써 라이트밸브(80)에 맺히는 광의 효율을 개선할 수 있다. 이렇게 형성된 칼라바는 상기 라이트 밸브(80)에서 입력된 화상 신호에 따라 처리되어 칼라 화상이 형성되고 이 화상이 투사렌즈유닛(미도시)을 거쳐 확대되어 스크린에 맺힌다.

【발명의 효과】

<77> 본 발명에 따른 조명계 및 이를 채용한 프로젝션 시스템은 입사광의 발산각 또는 에텐듀를 조절하기 위한 슬릿을 통과하는 광이 칼라 분리방향(또는 칼라 스크롤링 방향)으로 정규 분포를 갖도록 함으로써 광효율을 개선할 수 있다.

<78> 또한, 본 발명에 따른 칼라 화상 방법에 따르면 칼라 분리 방향으로 정규 분포를 갖는 광을 슬릿에 입사시키고, 이 슬릿에 의해 칼라바의 폭을 조절함으로써 고효율의 칼라화상을 형성할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

광원;

상기 광원에서 조사된 광을 실린드릭 렌즈셀 별로 다수개의 빔으로 나누는 제1실린드릭 렌즈어레이;

상기 제1실린드릭 렌즈어레이에 의해 나누어진 빔을 소정의 한 방향으로 섞어주는 제2실린드릭 렌즈어레이;

상기 제2실린드릭 렌즈어레이를 통과한 광의 대부분을 소정 영역에 중첩시켜 정규분포를 갖도록 하는 릴레이렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 하는 조명계.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 광원에서 출사된 광을 집속시키는 제1실린더 렌즈;

상기 제1실린드릭 렌즈어레이와 제2실린드릭 렌즈어레이 사이 또는 제2실린드릭 렌즈어레이 다음에 배치되어, 입사광을 평행광으로 만들어주는 제2실린더 렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 하는 조명계.

【청구항 3】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 제1 및 제2 실린드릭 렌즈어레이는 실린드릭 렌즈셀들이 상기 제1 및 제2 실린더 렌즈의 두께 방향에 대해 직교하는 방향으로 배열된 것을 특징으로 하는 조명계.

【청구항 4】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 제1실린더렌즈와 릴레이렌즈 사이의 광경로상에 입사광을 어느 한 편광방향을 가지도록 편광방향을 변환시키는 편광변환기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 조명계.

【청구항 5】

조명계에서 출사된 광이 칼라분리기에 의해 다수개의 칼라광으로 분리되고, 이 분리된 칼라광들을 스크롤링 유닛에 의해 스크롤링하여 라이트벨브에서 칼라화상을 형성하는 프로젝션 시스템으로서,

상기 조명계는,

광원;

상기 광원에서 조사된 광을 실린드릭 렌즈셀 별로 다수개의 빔으로 나누는 제1실린드릭 렌즈어레이;

상기 제1실린드릭 렌즈어레이에 의해 나누어진 빔을 소정의 한 방향으로 섞어주는 제2실린드릭 렌즈어레이;

상기 제2실린드릭 렌즈어레이를 통과한 광의 대부분을 소정 영역에 중첩시켜 정규분포를 갖도록 하는 릴레이렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 6】

제 5항에 있어서,

상기 광원에서 출사된 광을 집속시키는 제1실린더 렌즈;

상기 제1실린드릭 렌즈어레이와 제2실린드릭 렌즈어레이 사이 또는 제2실린드릭 렌즈어레이 다음에 배치되어, 입사광을 평행광으로 만들어주는 제2실린더 렌즈;를 포함하는 것을 특징으로 하는 조명계.

【청구항 7】

제 5항 또는 제 6항에 있어서, 상기 칼라분리기는,

상기 조명계에서 출사된 광 중 제1칼라광을 반사시키고, 나머지 칼라광은 투과시키는 제1다이크로익 필터;

상기 제1다이크로익 필터를 투과한 광 중 제2칼라광을 반사시키고 제3칼라광은 투과시키는 제2다이크로익 필터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 8】

제 5항 또는 제 6항에 있어서, 상기 칼라 스크롤링 유닛은,

상기 다수개의 칼라광이 지나가는 경로상에 각각 회전가능하게 배치된 프리즘을 포함하고, 상기 프리즘의 회전에 의해 칼라 스크롤링이 이루어지도록 된 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 9】

제 5항 또는 제 6항에 있어서,

상기 다수개의 칼라광의 진행 경로상에 각 칼라광의 발산각을 조절하기 위한 슬릿이 구비된 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 10】

제 5항 또는 제 6항에 있어서,

상기 제1 및 제2 실린드릭 렌즈어레이는 실린드릭 렌즈셀들이 칼라 분리 방향에 대해 평행한 방향으로 배열된 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 11】

제 5항 또는 제 6항에 있어서,

상기 다수개의 칼라광들을 상기 라이트밸브로 보내기 위한 적어도 하나의 광경로변환기를 구비한 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 12】

제 5항 또는 제 6항에 있어서,

상기 제1실린더 렌즈와 릴레이 렌즈 사이의 광경로상에 입사광을 어느 한 편광방향을 가지도록 편광방향을 변환시키는 편광변환기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 13】

광원에서 출사된 광이 칼라분리기에 의해 다수개의 칼라광으로 분리되고, 이 분리된 칼라광을 스크롤링 유닛에 의해 스크롤링하여 라이트밸브에서 칼라화상을 형성하는 방법에 있어서,

상기 광원에서 출사된 광을 칼라 분리 방향에 대해 직각인 방향으로 혼합하고, 칼라 분리 방향에 대해서는 대부분의 광을 소정 영역에 중첩시켜 칼라 분리 방향에 대해 정규분포를 가지도록 하는 단계;

상기 정규분포를 갖는 광의 발산각을 슬릿을 이용하여 조절하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 칼라화상 형성방법.

【청구항 14】

제 13항에 있어서, 상기 정규분포를 가지도록 하는 단계는,

상기 광원에서 출사된 광을, 실린드릭 렌즈셀들이 칼라 분리방향에 대해 평행하게 배열된 제1실린드릭 렌즈어레이에 의해 렌즈셀 별로 다수개의 빔으로 나누는 단계;

상기 제1실린드릭 렌즈어레이에 의해 나누어진 빔을 제2실린드릭 렌즈어레이에 의해 혼합하는 단계;

상기 제2실린드릭 렌즈어레이를 통과한 광의 대부분을 릴레이렌즈를 이용하여 소정 영역에 중첩시켜 칼라분리방향으로 정규분포를 갖도록 하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 칼라화상 형성방법.

【청구항 15】

제 14항에 있어서,

상기 광원에서 출사된 광을 제1실린더 렌즈에 의해 제1실린드릭 렌즈어레이에 집속시키는 단계;

상기 제2실린드릭 렌즈어레이를 통과한 광을 제2실린더 렌즈에 의해 평행광으로 만들어주는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 칼라화상 형성방법.

【청구항 16】

제 13항 내지 제 15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 칼라분리기는,

상기 광원에서 출사된 광 중 제1칼라광을 반사시키고, 나머지 칼라광은 투과시키는 제1 다이크로익 필터;

상기 제1다이크로익 필터를 투과한 광 중 제2칼라광을 반사시키고 제3칼라광은 투과시키는 제2다이크로익 필터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 칼라화상 형성방법.

【청구항 17】

제 13항 내지 제 15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 칼라 스크롤링 유닛은, 상기 다수개의 칼라광이 지나가는 경로상에 각각 회전가능하게 배치된 제1 내지 제3 프리즘을 포함하고, 상기 제1 내지 제3 프리즘의 회전에 의해 칼라 스크롤링이 이루어지도록 된 것을 특징으로 하는 칼라화상 형성방법.

【청구항 18】

제 13항 내지 제 15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 슬릿은 칼라분리방향으로 그 폭을 조절할 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 칼라화상 형성방법.

【청구항 19】

제 13항 내지 제 15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 실린드리컬 렌즈어레이의 실린드리컬 렌즈셀들이 칼라 분리 방향에 대해 평행한 방향으로 배열된 것을 특징으로 하는 칼라화상 형성방법.

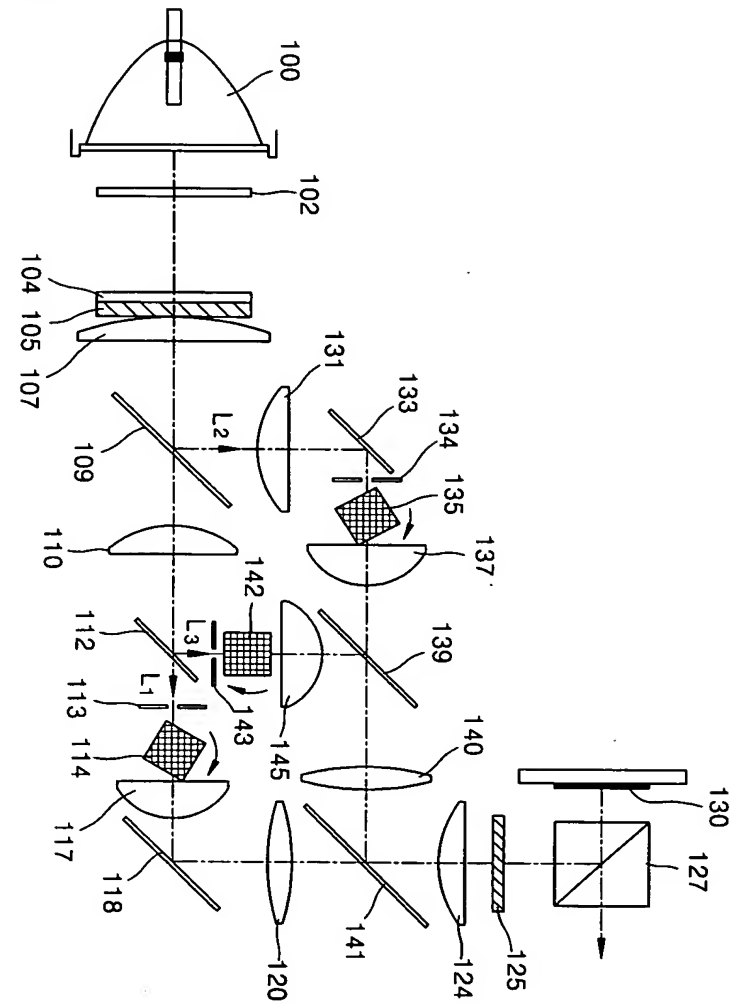
【청구항 20】

제 13항 내지 제 15항 중 어느 한 항에 있어서,

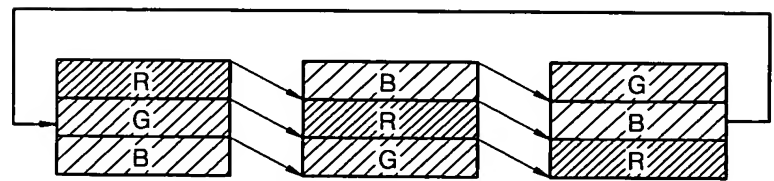
상기 제1실린드릭 렌즈어레이와 릴레이 렌즈 사이의 광경로상에 입사광을 어느 한 편광방향을 가지도록 편광방향을 변환시키는 편광변환기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 칼라 화상 형성방법.

【도면】

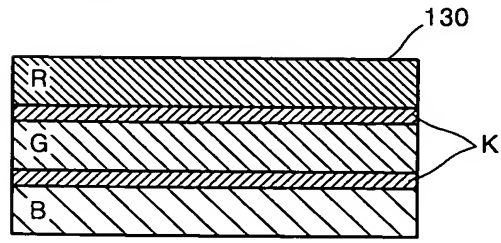
【도 1】



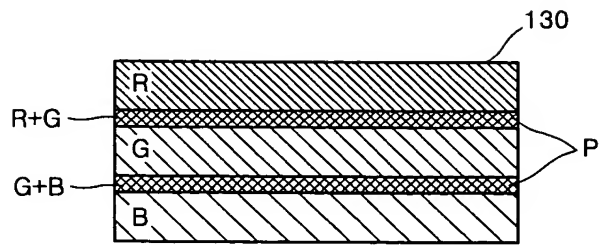
【도 2】



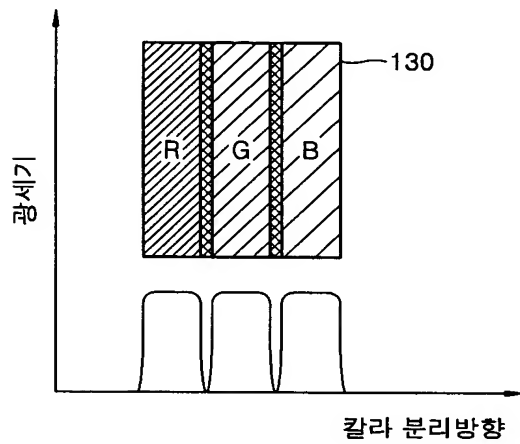
【도 3a】



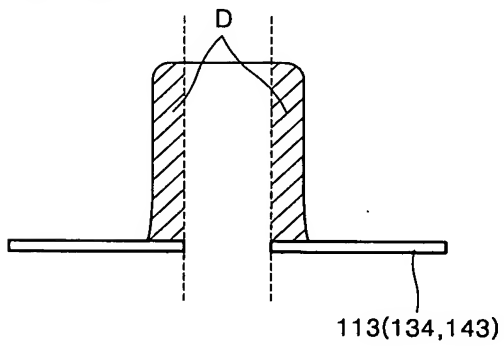
【도 3b】



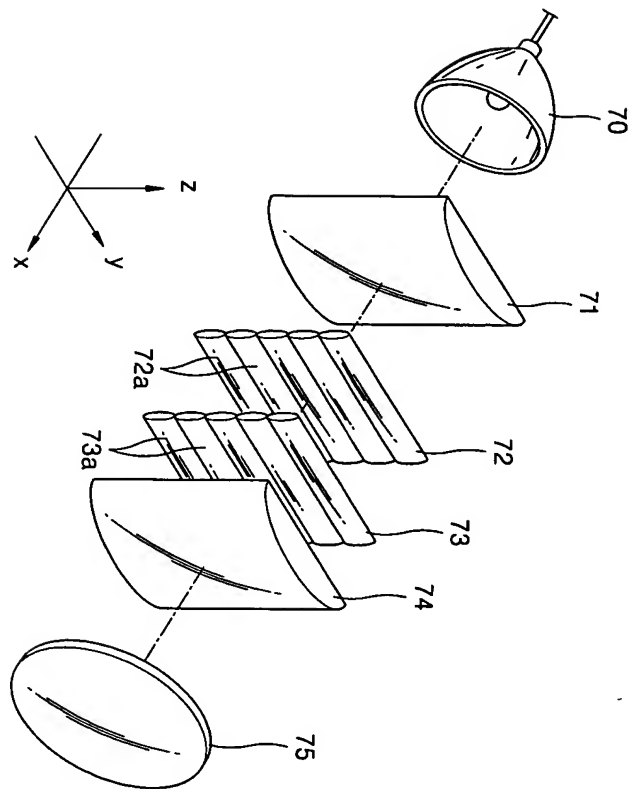
【도 3c】



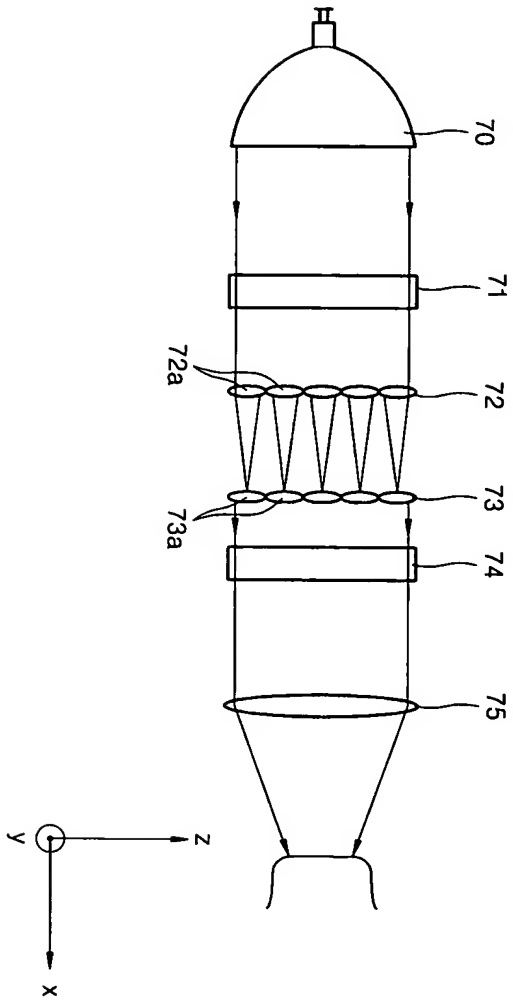
【도 3d】



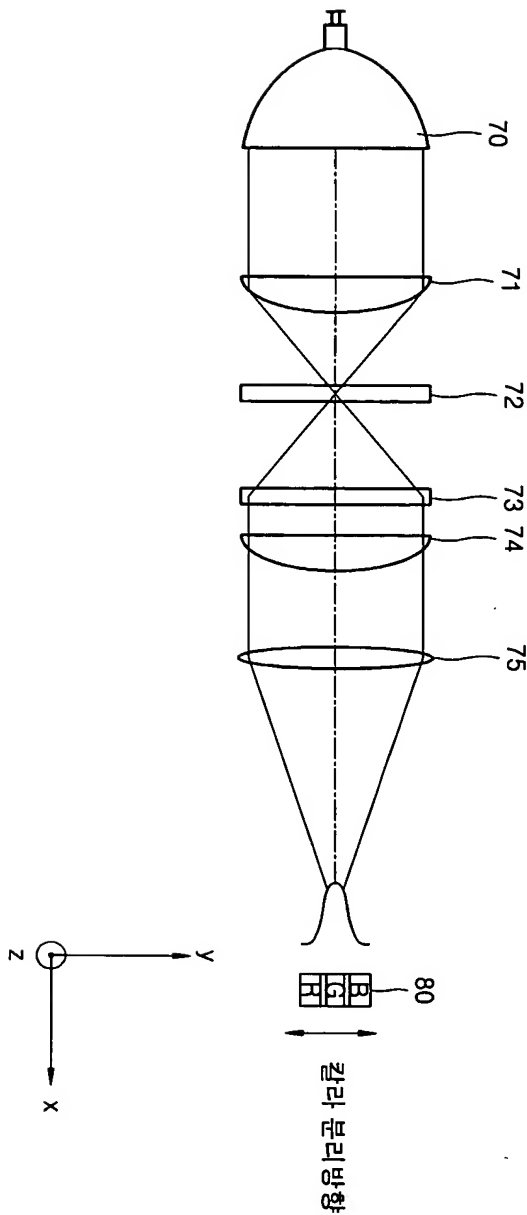
【도 4】



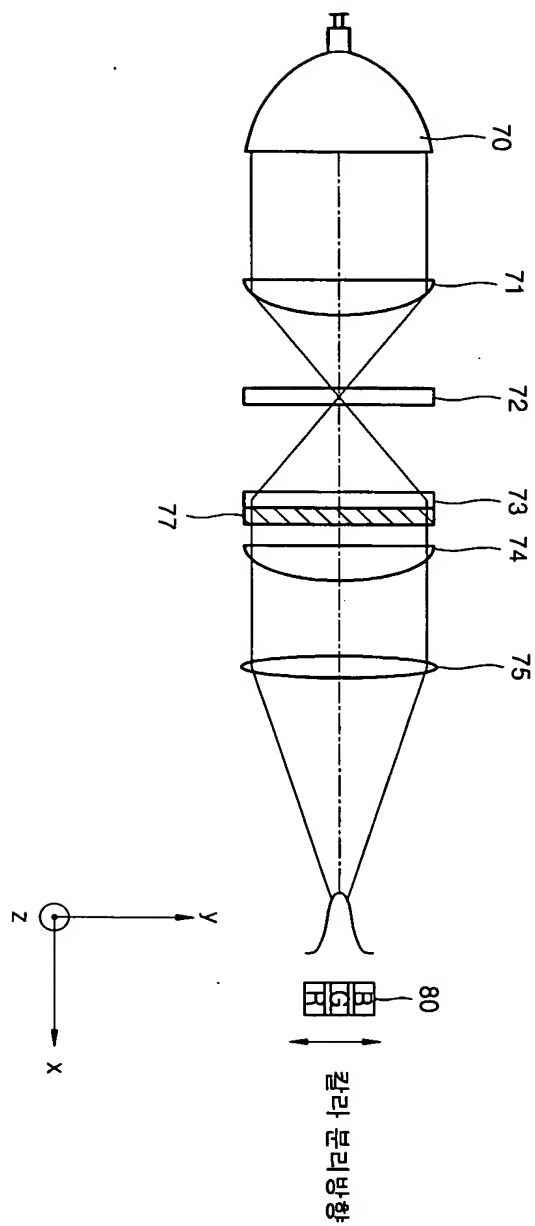
【도 5a】



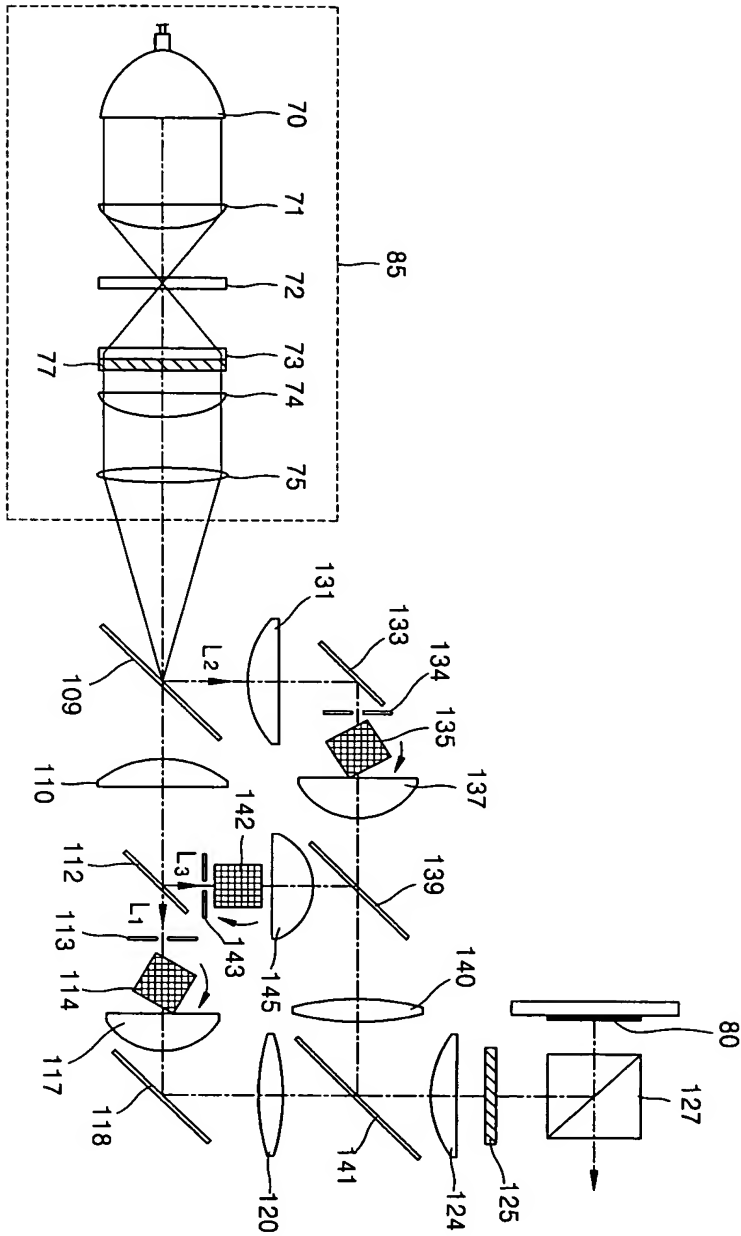
【도 5b】



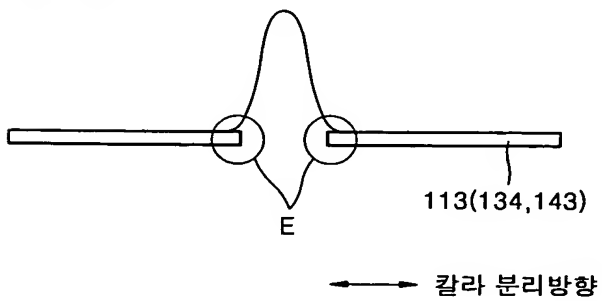
【도 6】



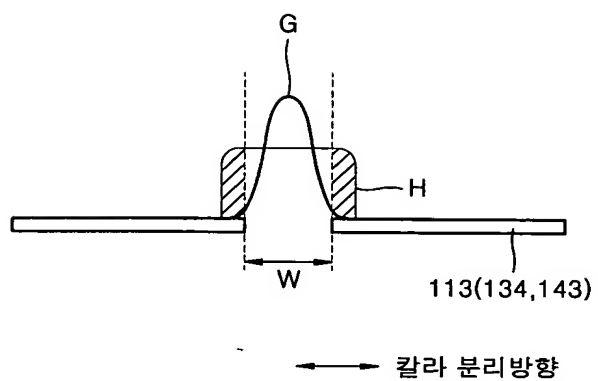
【도 7】



【도 8a】



【도 8b】



【도 8c】

